

Organización del conocimiento de la asignatura “Estructuras de datos y algoritmos” para ingeniería informática basada en mapas conceptuales

Organization of the knowledge of the subject “Structure of data and algorithms” for informatics engineering based on conceptual maps

Yolanda Soler Pellicer¹, M Sc., Mateo Gerónimo Lezcano Brito², PhD.

1. Universidad de Granma, Cuba, 2. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
ysolerp@yahoo.es, mlezcano@uclv.edu.cu

Recibido para revisión: 15 de Septiembre de 2008, Aceptado: 28 de Noviembre de 2008, Versión final: 10 de Diciembre de 2008

Resumen—Las asignaturas de Programación y Algoritmos deben lograr que los estudiantes escriban algoritmos eficientes. Ese objetivo se ve afectado por el hecho de que los estudiantes no saben escoger y diseñar las estructuras de datos adecuadas para representar la información. Tomando en cuenta este hecho, el Centro de Estudios de Informática Educativa (CEIE) de la Universidad de Granma y el Centro de Estudios Informáticos (CEI) de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba, proponen un sistema de enseñanza que integre diferentes técnicas computacionales y ambientes de autoaprendizaje para suplir esas carencias. Se usan los mapas conceptuales para organizar el sistema de conocimientos y se incluyen diversos recursos computacionales, tales como: multimedias, simulaciones, problemas de aplicación, ejercicios propuestos y bibliografía. El sistema está soportado sobre la herramienta cmap Tools que brinda facilidades adecuadas para el trabajo colaborativo en red. Se crea un mapa conceptual que muestra la relación entre los Tipos Abstractos, las estructuras de datos, los algoritmos que implementan sus operaciones, características, conceptos y aplicaciones.

Palabras Clave—Algoritmos, Estructuras de datos, Tipos abstractos de datos, Mapas conceptuales, Informática educativa.

Abstract—The subjects of Programming and Algorithms must reach the goal that the students write efficient algorithms. This objective is affected for the reason that the students are not able to select and design the proper structures of the data to represent the information. Taking into account this fact, the Center of Educative Informatics Studies (CEIS) of the University of Granma and the Center on Informatics studies (CIS) of the Central

University “Marta Abreu” of la Villas province in Cuba, make the proposal of using a system of teaching, which integrates different techniques through computers as well environments of learning to supplement those lacks. It is used the conceptual maps in order to arrange the system of knowledge, and there are included several devices through computers, such as: multimedia, simulations, application problems. The system is based on the tool cmap Tools, which gives the proper possibilities for working trough a network. It is created a conceptual map, which shows the relationship among the Abstracts Types, the structures of data and the algorithms that introduce their operations, concepts and applications.

Keywords—Algorithms, Structures of data, Abstract types of data, Conceptual maps, Educative informatics.

I. INTRODUCCIÓN

La comprensión de los diferentes niveles de abstracción en el diseño de los datos, la selección de estructuras y la implementación de algoritmos óptimos que las manipulen, constituyen un problema a solucionar en las carreras de perfil informático. En el presente trabajo se comprueba que una inadecuada vinculación entre los contenidos estudiados impide la aplicación de los mismo, al estudiante no lograr una adecuada relación entre ellos no puede formar nuevos conceptos más generales e inclusivos; así, por ejemplo, existen deficiencias en el uso de la representación secuencial, ya estudiada en asignaturas básicas, y su aplicación en el diseño de estructuras complejas.

La situación expuesta no sólo debe analizarse en el momento en que se aprende sino también cuando se desarrolla una aplicación que utiliza algoritmos que por su complejidad pueden dar por resultado que el producto obtenido no sea lo suficientemente eficiente. Se evidencia la necesidad de organizar los contenidos de la asignatura Programación II, aprovechando las ventajas que ofrecen las herramientas informáticas y los ambientes de aprendizaje constructivistas, especialmente la enseñanza significativa y los mapas conceptuales.

En la búsqueda de medios de apoyo al proceso de integración de los contenidos de la asignatura, se encontraron herramientas informáticas para la creación de animaciones de algoritmos, entre ellas los sistemas **Zeus, StarLite, Polka, Samba y Xtango** [9], esta última ofrece una plataforma que soporta una serie de conceptos primitivos útiles para la creación de animaciones, es fácilmente transportable, no exige mucho del sistema donde debe ser instalado, puede utilizarse en la World Wide Web (WWW) y, finalmente, el modelo conceptual que utiliza es sencillo. Algunas de estas aplicaciones muestran de forma gráfica las operaciones básicas con ciertas estructuras de datos, visualizando el proceso que se ejecuta, como **Balsa**, propuesta por [20]. La herramienta **EDApplets** es una aplicación Web orientada a la enseñanza-aprendizaje de la programación y la algorítmica en las ingenierías [1], basada en la tecnología de Applets Java y está orientada a la animación y visualización mediante trazas de algoritmos y estructuras de datos.

Estas aplicaciones son muy útiles pero adolecen de una interfaz que organice y vincule los contenidos relacionados con las estructuras de datos y sus algoritmos.

En la sección 2 se presentan las ventajas de la tecnología educativa y los ambientes de aprendizaje, en la sección 3 el impacto de los mapas conceptuales, la estrategia de aprender a aprender y su aplicación a la enseñanza-aprendizaje de los temas de programación. En la sección 4 se muestran los resultados de integrar diferentes técnicas de programación al mapa Tipos Abstractos de Datos y su aporte al desarrollo de la asignatura Estructuras de Datos y Algoritmos de la carrera Ingeniería Informática.

II. LA TECNOLOGÍA EDUCATIVA Y LOS AMBIENTES DE APRENDIZAJE

En la actualidad el proceso de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por una mayor heterogeneidad y diversidad en el alumnado, una estrecha relación y complementación entre tecnología y enseñanza, unido al desarrollo vertiginoso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. De ahí la necesidad de buscar nuevos modelos que ayuden a proyectar la enseñanza bajo esta nueva perspectiva.

Las tecnologías de la información obligan a modificar la

organización de la educación, porque crean entornos educativos que amplían considerablemente las posibilidades del sistema, no sólo de tipo organizativo, sino también de transmisión de conocimientos y desarrollo de destrezas, habilidades y actitudes. La clave está en transformar la información en conocimiento y, éste, en educación y aprendizaje significativo [21].

En el análisis realizado se constata que el sistema educacional es una institución que imparte una educación formal que ha comprendido la necesidad de incorporar a sus metodologías el uso de herramientas que faciliten el aprendizaje, y siendo más ambiciosos, el autoaprendizaje [13]. Coincidiendo con este autor, puede añadirse que en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las técnicas de programación estas herramientas constituyen, a la vez, objeto de estudio e instrumento pedagógico. Si la infraestructura de apoyo al proceso docente lo permite, se considera vital el uso de la interactividad y las comunidades de aprendizaje, mediante ellas se logran la retroalimentación y el enriquecimiento del proceso, para el alumno y el profesor.

La Enseñanza Asistida por Computadoras no siempre ha disfrutado de una buena reputación, pero en los últimos años con el incremento de la potencia de las computadoras y del software multimedia [11, 12], los estudiantes tienen la posibilidad de observar la simulación del comportamiento de los sistemas que están estudiando, a la vez que se les presenta un gran cúmulo de información bien dosificada de acuerdo a estrategias pedagógicas cuidadosamente diseñadas, no obstante, en cada caso, es necesario ser minucioso al elegir el tema que se tratará y la forma en que será abordado [11].

Diferentes autores consideran que lo más importante es introducir la aplicación educativa siguiendo un método, los cambios en los medios implican necesariamente profundos cambios metodológicos [3, 8].

Paralelo a la aparición de nuevos medios tecnológicos se han desarrollado estrategias y conceptualizaciones para fundamentar que las herramientas computacionales constituyen un método para descubrir, describir, organizar y cuantificar la información.

El alumno no descubre el conocimiento, sino que lo construye, en base a su maduración, experiencia física y social, es decir al contexto o medio ambiente [23]. El punto crucial y definitorio del enfoque constructivista, según [7, 19], se manifiesta en la posibilidad humana de abstraer en los objetos algunos pocos rasgos para construir criterios de agrupamiento de los objetos abstraídos.

Para otros autores [22] y [10], diseñar ambientes de aprendizaje que permitan integrar el potencial de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, a través de recursos didácticos en línea, supone proveer experiencias de aprendizaje auténtico que permiten al que aprende desarrollar

conocimientos significativos, aplicables y facilitar actividades y oportunidades interactivas.

En ambientes colaborativos, se espera que la tecnología apoye el pensamiento creativo, autoaprendizaje, compromiso, responsabilidad, participación, organización, crecimiento individual y grupal.

La enseñanza significativa se centra en procurar que el aprendiz llene los vacíos existentes en su estructura de memoria para lo cual toma en cuenta que los estudiantes no son receptores pasivos de conocimiento, sino por el contrario, participantes activos en la interpretación de los modelos (muchas veces analogías) que ellos mismos o el profesor les propone para que intenten aprender aquello que aún no saben. Ausubel es, probablemente, el autor que más desarrolla un modelo de aprendizaje que se apoya en los medios, considera que la materia queda mediada ante el alumno por un complejo entramado de recursos, siendo el papel del profesor el de un organizador de esos medios y del proceso [2].

III. LOS MAPAS CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA

Basándose en el aprendizaje como procesamiento de información, Novak y Gowin, introducen el Mapa Conceptual como una respuesta a la línea de Ausubel del aprendizaje significativo dentro del marco de un programa denominado “Aprender a Aprender” [16, 17]. En ellos, el conocimiento está organizado y representado en todos los niveles de abstracción, situando los más generales e inclusivos en la parte superior y los más específicos y menos inclusivos en la parte inferior.

Ontoria considera que los mapas conceptuales constituyen un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones. Estas pueden ser explícitas o implícitas. Los mapas conceptuales proporcionan un resumen esquemático de lo aprendido, ordenado de una manera jerárquica [18].

Escribir un programa de computadora utilizando un Lenguaje de Programación requiere del alumno varias competencias y habilidades, que involucran básicamente la capacidad de manipular un conjunto de abstracciones interrelacionadas para la resolución de problemas. En tal sentido, el proceso de enseñanza-aprendizaje de un Lenguaje de Programación es extremadamente complejo.

En este contexto [22], propone el uso de mapas conceptuales para la enseñanza de conceptos básicos de programación y desarrollo de algoritmos.

Respecto a las destrezas cognitivas, los Mapas Conceptuales desarrollan conexiones con ideas previas, la capacidad de inclusión, la diferenciación progresiva entre conceptos, la integración o asimilación de nuevas relaciones, entre ellos [15]. Al revisar los textos tradicionales de enseñanza de programación

en el ámbito universitario se comprueba que mayoritariamente no hacen uso de un lenguaje de diseño de algoritmos para enseñar a programar y, en su lugar, apelan directamente a un lenguaje de programación. Ese acercamiento prescinde, muchas veces, de una clara identificación de cómo se interrelacionan distintos conceptos teóricos entre sí, el resultado es que muchos se presentan independientemente y sólo a través de la práctica el alumno llega a interrelacionarlos. Esto puede motivar la exploración de distintas técnicas didácticas que facilitan a los alumnos una mayor comprensión y vinculación de los temas presentados.

Los mapas conceptuales brindan una presentación integradora y ofrecen un recurso esquemático de lo aprendido, donde se muestran las relaciones jerárquicas y los niveles de abstracción [4, 5].

En programación se da el caso particular de que todo concepto expresado a través de la *sintaxis* de un lenguaje tiene su correlación con un significado operacional (semántica), y dicho significado estará definido de manera composicional, en término del significado de otros conceptos más elementales.

El mapa conceptual, puede ser usado, entonces, como una herramienta de organización, asociación, validación, interrelación, discriminación, descripción y ejemplificación de contenidos, con un alto poder de visualización. La incidencia de los mapas conceptuales en la pedagogía moderna para definir y organizar planes de estudio, currículos, programas de asignaturas y para la acción directa en el proceso de aprendizaje ha trascendido las aspiraciones iniciales de su creador.

El trabajo con los Mapas Conceptuales permite que el proceso de enseñanza-aprendizaje se desarrolle centrado en el alumno y no en el profesor, atendiendo el desarrollo de destrezas, no conformándose sólo con la repetición memorística de la información por parte de alumno, pretendiendo un desarrollo armónico de todas las dimensiones de la persona, no solamente intelectuales.

IV. ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONOCIMIENTOS DE LA ASIGNATURA ESTRUCTURAS DE DATOS Y ALGORITMIAA TRAVÉS DEL CMAPTOOLS

En el nivel primario del mapa se muestra el concepto **Tipos Abstractos de Datos** como un **modelo matemático** y las **operaciones** que se ejecutan sobre él, para profundizar más en el tema al nodo se le añade una página web con la definición y ejemplos.

En este nivel de su formación los alumnos son capaces de definir, debido a los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Álgebra y Matemática I, el modelo matemático de los números enteros, complejos o las matrices y las operaciones sobre ellos. La Figura 1 muestra el mapa que representa la unión de estos dos conceptos conocidos y la definición de un Tipo Abstracto de Datos.

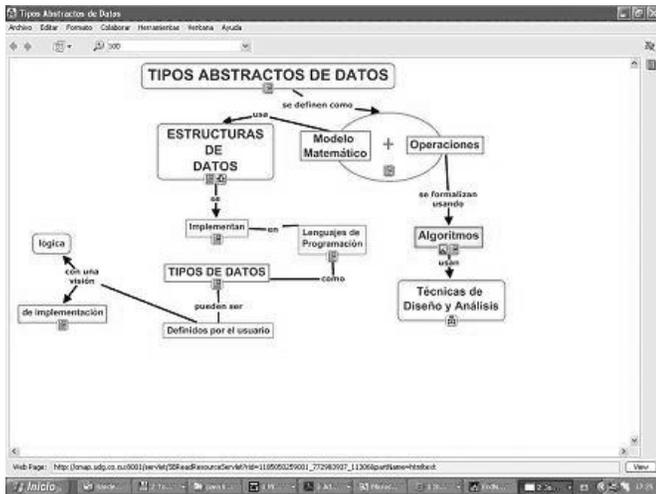


Figura 1. Mapa conceptual tipos de datos abstractos

De forma similar, los estudiantes se han familiarizado en la asignatura Programación I con los **Tipos de Datos** que pueden ser definidos por el usuario. En el nodo **Lenguajes de Programación** se brinda información sobre diversos paradigmas y Lenguajes, más detalladamente los Orientados a Objetos, sus semejanzas y diferencias, a través de los recursos (documentos, imágenes, videos, páginas web, animaciones, simulaciones, mapas conceptuales) que el cmapTools permite incluir a cada nodo.

De esta manera se pretende mostrar los diferentes niveles de abstracción en el diseño de los datos y su implementación.

En el mapa principal se formalizan, usando algoritmos, las operaciones de un Tipo Abstracto de Datos, este es un concepto ya estudiado en otras asignaturas, a este nodo se asocia la definición; información sobre Pseudocódigos, usados para expresarlos independientes de cualquier lenguaje de programación; se aportan datos relacionados con la cultura de la profesión, un sitio con las contribuciones más relevantes realizadas a la ciencia de la Computación por diferentes investigadores como Al-Khorezmi, Blaise Pascal, Charles Babbage, George Boole, Augusta Ada Byron, John Von Neumann, Alan Mathison Turing, Donald Knuth, entre otros.

A las operaciones con las estructuras se le adicionan, como recursos del mapa, diferentes algoritmos o métodos. En el caso de la operación de ordenamiento en arreglos se incluyen aplicaciones para los algoritmos de ordenamiento clásico, como puede observarse en la Figura 2.

En la Figura 3 se muestran las aplicaciones para los algoritmos de ordenamiento por los métodos de Bubble y QuickSort, para cada uno se ofrece un análisis de la complejidad teniendo en cuenta el mejor, peor y el caso medio, lo que permite a los estudiantes familiarizarse con el concepto de eficiencia, a la vez que va comprobando paso a paso los resultados de la ejecución y puede comprender la importancia del costo al elegir un algoritmo para solucionar un problema.

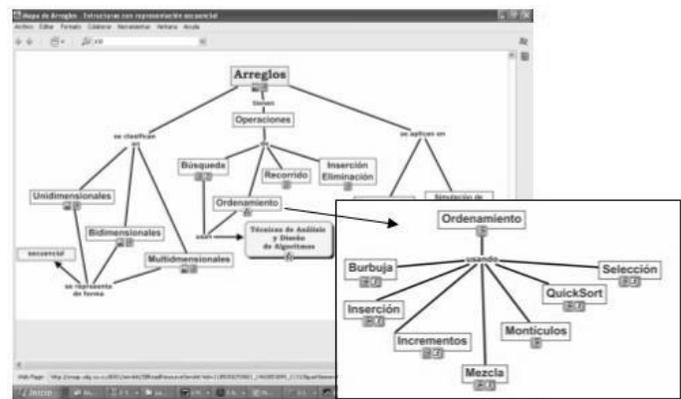


Figura 2. Mapa con los métodos de ordenamiento de arreglos



Figura 3. Aplicaciones que simulan los algoritmos de ordenamiento Bubble y QuickSort

Se parte, para este análisis, del algoritmo de ordenamiento Bubble, ya estudiado y fácil de entender, demostrando su complejidad cuadrática y por tanto su ineficiencia al compararlo con otros. Se adiciona al nodo una página web con información general sobre esta operación (Ordenamiento.htm) y en ella se introduce la notación O y se comparan los diferentes algoritmos teniendo en cuenta esta función. Las operaciones de ordenamiento y búsqueda pueden ser más óptimas si se utilizan **Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos**, es por ello que al orientar el estudio del método de Ordenamiento Rápido (QuickSort) o Búsqueda Binaria se sugiere una visita al nodo **Divide y Vencerás** de este mapa.

El nodo de ordenamiento cuenta, además, con problemas resueltos donde se utilizan algoritmos de ordenamiento, se mezclan algunos y en otros se propone a los estudiados que introduzcan variantes para mejorar su eficiencia, en cada caso se realiza el análisis de complejidad y se compara con la de otros algoritmos similares.

Una de las ventajas de la herramienta CMapTools es la posibilidad de adicionar a un nodo una lista de discusión, lo

que facilita el trabajo colaborativo y la interactividad, alumno-alumno y alumno-profesor. Para un mismo concepto pueden crearse varias listas de discusión. La generación del mapa en formato html permite su uso aunque el cmapTools no se encuentre instalado como cliente, la dirección para acceder al sitio cmap de la Universidad de Granma, donde se encuentra el mapa Tipos Abstractos de Datos es <http://cmap.udg.co.cu>. En la Figura 4 se muestra el mapa y un ejemplo de aplicación, relacionado con el cálculo de las raíces de un polinomio por el método de bisección, que se ha representado en una lista simplemente enlazada.

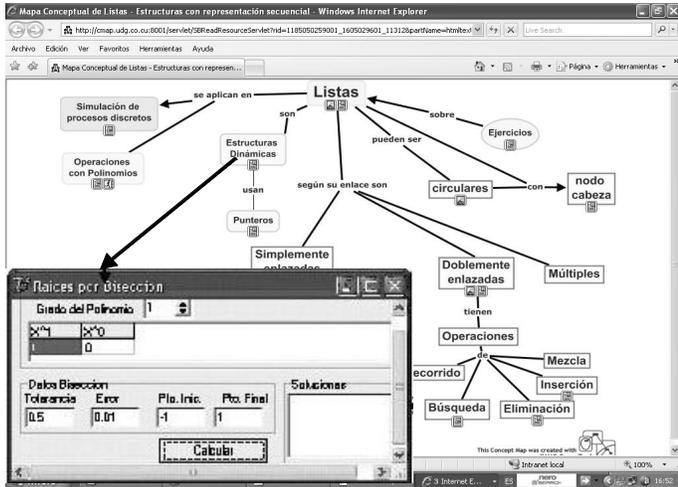


Figura 4. Versión en html del mapa generado en el servidor cmap de la Universidad de Granma

El mapa Tipos Abstractos de Datos incluye aplicaciones que usan diferentes estructuras de datos para solucionar problemas propios de las asignaturas de la carrera, como son las de Matemática y la simulación de procesos del sistema operativo (Figura 5), donde la representación de la memoria y las operaciones se hacen a través de arreglos y listas simplemente enlazadas, se simula una secuencia de referencias a memoria sobre el espacio direccionable de varios procesos, permite seleccionar el tamaño de cada bloque de memoria de la lista de valores disponibles, o aleatorio si quiere que se determine al azar (el rango está entre los valores mínimo y máximo de la lista) y permite la comparación de los algoritmos frente a una larga cadena de referencias, mostrando el número de fallos a medida que transcurre el tiempo.

Con este trabajo se presenta un sistema bibliográfico novedoso y una herramienta de organización que muestra la esencialidad de cada contenido y la interrelación entre ellos, entendiendo que este contenido parte de lo simple a lo complejo, teniendo en cuenta la inclusión del conocimiento.

Al proponer la utilización del Mapa Conceptual **Tipos Abstractos de Datos** en el proceso docente de la asignatura Estructuras de Datos y Algoritmia se le han formulado algunas sugerencias a profesores y estudiantes.

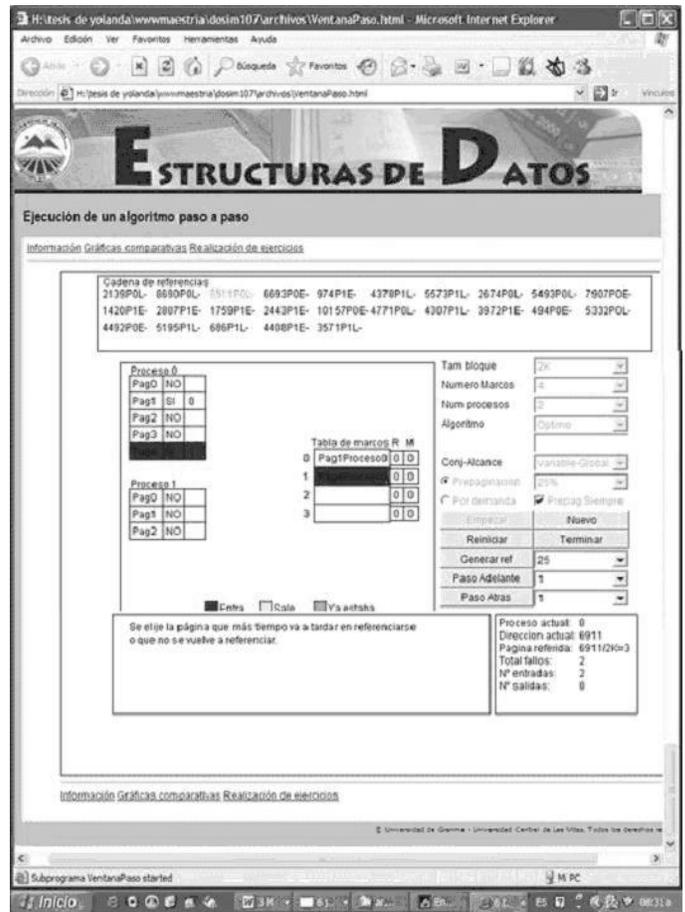


Figura 5. Simulador de sistema operativo

V. APORTES DEL MAPA CONCEPTUAL “TIPOS ABSTRACTOS DE DATOS”

La propuesta metodológica del CEIE y el CEI para la organización del sistema de conocimientos en la asignatura Programación II, permite relacionar e integrar conocimientos que contribuyen a seleccionar la estructura de datos adecuada a la solución del problema; llegar a conclusiones propias y construir nuevos conocimientos a partir del sistema didáctico desarrollado; valorar los cambios de algoritmos, en el caso de ser necesarios, o justificar la permanencia del código y las estructuras de datos presentados, cuando consideren que no es necesario hacer modificaciones; evaluar la calidad del proceso, no solo al final del mismo, sino en cada una de las etapas previas, logrando así una mayor calidad en el producto final; proporcionar material bibliográfico y recursos que tratan el tema de complejidad y las Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos; apoyar el sistema de valores definidos por la asignatura al fomentar el criterio estético, que se logra mediante el trabajo de programación y en la presentación de los Proyectos de Curso; tomar conciencia de ahorro de recursos, de eficiencia y eficacia que se concreta en el diseño de las estructuras de datos necesarias para la solución de los problemas planteados

y la elaboración de programas que hagan un uso eficiente de los recursos de un sistema de cómputo; lo que constituye uno de los objetivos fundamentales de la asignatura Estructuras de Datos y Algoritmia de la carrera Ingeniería Informática y el desarrollo de la responsabilidad individual y el colectivismo, que se logra al trabajar en equipo para la elaboración de los Proyectos de Curso.

Promueve un aprendizaje significativo porque facilita una rápida visualización de los contenidos de aprendizaje, favorece el recuerdo y el aprendizaje de manera jerárquica organizada, permite una rápida detección de los conceptos claves de un tema, así como de las relaciones entre los mismos, favorecen el desarrollo del pensamiento lógico, Facilita el estudio independiente, permite que el alumno pueda explorar su conocimiento previo acerca de un nuevo tema, así como la integración de la nueva información que ha aprendido, organiza los conocimientos a partir de las principales relaciones entre los conceptos, favorece el trabajo colaborativo.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

1. El mapa conceptual Tipos Abstractos de Datos integra recursos que apoyan la enseñanza significativa, incluye elementos importantes de educación en valores, contribuye a organizar el sistema de conocimientos y lo enriquece con aplicaciones y ejercicios, evidencia el vínculo horizontal y vertical de la asignatura con la carrera, permite realizar un proceso docente centrado en el alumno y en muchos casos coordinado por él, promueve el autaprendizaje y el sentido crítico, autocrítico y de eficiencia en el desarrollo de las aplicaciones resultantes del Proyecto de Curso de la asignatura, por lo que representa una herramienta de trabajo, a la vez que un sistema bibliográfico que se inserta en la organización de los contenidos tratados.
2. Se continuará trabajando en el desarrollo de mapas conceptuales que representen los sistemas de conocimientos de cada una de las disciplinas de la carrera, mostrando la relación entre diferentes asignaturas a través de sus mapas conceptuales, hasta obtener un Modelo de Conocimiento.

REFERENCIAS

- [1] Almeida, F, Blanco, V. y Moreno, L., 2003. EDApplets: Una Herramienta Web para la Enseñanza de Estructuras de datos y Técnicas Algorítmicas. X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática; 2003; Universidad de Laguna. Tenerife.
- [2] Ausubel, D., Novak, J.D. y Hainesian, H., 1997. Psicología Educativa. Un punto de vista cognocitivo. México: Trillas.
- [3] Bravo, J., 2000. Aprendizaje por descubrimiento en la enseñanza a distancia: Conceptos y un caso de estudio. Universidad de Castilla-La Mancha.: Grupo de Informática Educativa. Departamento de Informática.
- [4] Cañas, A. y Hill, G., 2004. Cmaptools: a knowledge modeling and sharing environment. Institute for Human & Machine Cognition, USA.
- [5] Cañas, A., Hill, G. y Lott, J., 2003. Support for constructing knowledge models in CmapTools Pensacola, FL.: Institute for Human and Machine

- Cognition, Report No.3: Technical Report. HMC CmapTools 2003-02.
- [6] Chestlevar, C.I., 2001. Utilización de Mapas Conceptuales en la enseñanza de la programación. Bahía Blanca - Argentina: Departamento de Ciencias de la Computación. Universidad Nacional del Sur.
 - [7] Duffy, T., 1991. Constructivism: New implications for instructional technology. Educational Technology Research & Development.
 - [8] Gorga, G. y Madoz, C., 2000. Experiencia en el desarrollo y utilización de un Curso Interactivo Multimedia para el Ingreso a Informática en la UNLP. La Plata.
 - [9] Hartley, S. Xtango, 2005. Buenos Aires.
 - [10] Heao, M., 2004. Experiencia con el uso de mapas conceptuales como estrategia de enseñanza en un curso de ingeniería del conocimiento. La Plata: Universidad de La Plata.
 - [11] Hodson, D., 1996. Laboratory works as scientific method: three decades of confusion and distortion. JCS Journal of curriculum studies, pp.28-2.
 - [12] Holland, J., Holyoak, K., Nisbett, R. y Thagard, P., editors, 2000. Processes of Inference, Learning, and Discovery: Occasional and eclectic book reviews by Cosma Shalizi. The Best-Laid Schemes o' Mice an' Men.
 - [13] Lezcano, M., 1998. Ambientes de aprendizaje por descubrimiento para la disciplina Inteligencia Artificial. Santa Clara: Las Villas.
 - [15] Moreira, M., 2002. Mapas conceptuales y aprendizaje significativo. Galáico Portuguesa de Sócio Pedagogia y Sócio-Lingüística, Sect. 10.
 - [16] Novak, J., 1991. Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador en Enseñanza de las Ciencias, 9,3: pp. 215-27.
 - [17] Novak, J. y Gowin, D., 1988. Aprendiendo a aprender. Barcelona.
 - [18] Ontoria, A., 1993. Mapas conceptuales: una técnica para aprender. Javeriana: Narcea S.A.
 - [19] Piaget, J., 1989. La construcción de lo real en el niño. Grijalbo: Crítica.
 - [20] Ruiz, F., 1996. Nuevas herramientas tecnológicas para la realización de cursos por computador. Revista de Enseñanza y Tecnología, 5: pp. 21 - 31.
 - [21] Ruiz, F., 1996. Nuevas herramientas tecnológicas para la realización de cursos por computador. Revista de Enseñanza y Tecnología 5, pp. 21 - 31.
 - [22] Stojanovic, L., 2002. El paradigma constructivista en el diseño de actividades y productos informáticos para ambientes de aprendizaje "on-line". Pedagogía Carácas, pp. 23:66.
 - [23] Vigostky, L., 1998. La Imaginación y el Arte en la Infancia. Madrid: Akal.

Yolanda Soler Pellicer, nace en 1967, se gradúa de Licenciada en Cibernética Matemática en 1990, cursa la Maestría de Computación Aplicada y defiende su tesis en 2007, se encuentra desarrollando su tesis para optar por el título de Doctor en Computación y Automática, estos estudios se han desarrollado en la Universidad Central de Las Villas (UCLV), Cuba. Es profesora Auxiliar de la Universidad de Granma, Cuba, ha participado en más de 20 eventos nacionales e internacionales, tiene publicaciones relacionadas con la línea de investigación relacionada con la visualización de algoritmos y el cálculo de la Complejidad y forma parte del Comité de Referato de la Revista COGNICION, ISSN: 1850-1974. Es miembro de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación.

Mateo Lezcano Brito, nace en el año 1949, se gradúa de Licenciado en Cibernética Matemática en el año 1982, hace una Maestría de Computación Aplicada en 1995 y obtiene su título de Doctor en Ciencias Técnicas en 1995. Todos sus estudios los realiza en La Universidad Central de Las Villas (UCLV), Cuba. Actualmente es Profesor Titular del departamento de Ciencia de la Computación de la UCLV y fue director del Centro de Estudios de Informática de esa Institución. Es vicepresidente de la Sociedad Cubana de Matemática y Computación. En el año 2000 publicó los libros "Introducción a la Inteligencia Artificial" y "Prolog y los Sistemas Expertos" en la Editorial Pandora de Guadalajara, México y ha presentado más de 90 trabajos en eventos científicos nacionales e internacionales y publicado 50 trabajos científicos. Ostenta la medalla "Por la Educación Cubana".